

Матрица ограничений неравенств  $A$  включает в себя ограничения в целом по цеху, а именно:

По расходу природного газа:

$$\sum a_{1i} * V_i^{\text{III}} \leq b_1, \text{ где } a_{1i} = 1, b_1 = V_{\Sigma}^{\Sigma};$$

$V_{\Sigma}^{\text{III}}$  – резерв по расходу природного газа в целом по цеху, м<sup>3</sup>/ч.

По расходу кокса:

$$\sum a_{2i} * V_i^{\text{III}} \leq b_2, \text{ где } a_{2i} = 0,001 * e_i \quad b_2 = \sum [k_{0i} + 0,001 * e_i * V_{i,0}^{\text{III}}] - K_{\Sigma};$$

$K_{0i}$  – расход кокса на  $i$ -ю печь в базовом периоде, т/ч;  $K_{\Sigma}$  – запасы кокса по цеху, т/ч;

$V_{i0}^{\text{III}}$  – расход природного газа на  $i$ -ой печи в базовом периоде, м<sup>3</sup>/ч.

По объему производства чугуна:

$$\sum a_{3i} * V_i^{\text{III}} \geq b_3, \text{ где } a_{3i} = \Delta \Pi_i^{\text{III}} - e_i * \Delta \Pi_i^{\text{K}} \quad b_3 = \Pi_{\Sigma} + V_{i0}^{\text{III}} * (\Delta \Pi_i^{\text{II}} - e_i * \Delta \Pi_i^{\text{K}}) - \Pi_{i0};$$

$\Pi_{\Sigma}$  – требуемое производство чугуна в цехе, т/ч;  $\Pi_{i0}$  – производительность  $i$ -ой печи по чугуну, т/ч.

Аналогичным образом формируются расчетные формулы для технологических ограничений на каждую из печей цеха, такие как обобщенный показатель низа печи, теоретическая температура горения, содержание кремния в чугуне, отношение теплоемкостей поток шихты и газа в верхней ступени теплообмена, учет полноты конверсии природного газа и газодинамического режима доменной плавки и содержание серы в чугуне.

**Заключение**

Использование пакета MATLAB для решения задачи оптимизации, в отличие от Microsoft Excel, позволяет гибко решать задачу, настраивая ограничения на каждую печь и увеличить скорость ее решения. При этом подход интеграции языка программирования с инженерным пакетом является нетривиальной задачей, он весьма интересен при решении широкого круга прикладных задач.

### Список использованных источников

1. Спирин Н.А. Оптимизация и идентификация технологических процессов в металлургии: учебное пособие / Н.А.Спирин, В.В. Лавров, С.И. Паршаков, С.Г. Денисенко. – Екатеринбург: УГТУ – УПИ, 2006. – 307 с.

2. MATLAB Compiler [Электронный ресурс] // Официальный дистрибьютор MathWorks на территории России и СНГ: [web-сайт]. – Режим доступа: <http://matlab.ru/products/matlab-compiler> (дата обращения 26.04.2017).

3. MWArrayAPI Help [Электронный ресурс] // The MathWorks, Inc.: [web-сайт]. – Режим доступа: <http://www.mathworks.com/help/dotnetbuilder/MWArrayAPI/html/57290a83-9e6e-4179-a1b8-9fb0344544ce.htm> (дата обращения 26.04.2017).

УДК 004.724.4

**А. В. Грачев, Т. В. Киселева**

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»  
г. Новокузнецк, Россия

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СЕТЕВОЙ СТРУКТУРОЙ С ПОМОЩЬЮ ВЫДЕЛЕНИЯ УЗЛОВ-ПОСРЕДНИКОВ

### Аннотация

*Системы управления будущего поколения вычислительных сетей будут представлять собой комплексную распределенную систему с многочисленным оборудованием, в которых главными критериями надежности будут скорость и стабильность узлов передачи. Сове-*

менные структуры в последнее время не имеют ярко выраженной иерархии и могут быть условно разделены по связке «узел-инициатор задачи + множество узлов-исполнителей».

Предложен способ управления распределенными сетевыми структурами с использованием промежуточного узла. Проведено моделирование, позволяющее оценить работу распределенной сетевой структуры (сегмента сети).

Ключевые слова: модель, распределенные сети связи, узлы связи, передача данных.

### Abstract

*The control systems of the future generation of computer networks will be a complex distributed system with numerous equipment, in which the main reliability criteria will be the speed and stability of the transmission nodes. Modern structures recently have no clearly expressed hierarchy and can be conditionally divided into a bundle "node-initiator of the task + a set of nodes-executors".*

*Keywords: model, distributed communication networks, communication nodes, data transmission.*

### Введение

Состояние узла определяется связями с другими узлами. Узел представляет собой аппаратно-программный комплекс, состоящий из набора аппаратных средств и программ управления. Поэтому при моделировании учтены как аппаратное, так и программное обеспечения [1].

Целью моделирования является поиск промежуточного узла посредника, способного взять на себя часть управляющих функций, а также проверка возможности замены результата моделирования на результаты прогноза. Для этого ранее было проведено прогнозирование состояния узлов тестовой выборки с использованием аппарата искусственных нейронных сетей (АИНС). Результат моделирования сравнивается с результатом прогнозирования.

### Описание модели

Рабочие циклы вынуждены опираться на постоянно изменяющиеся условия работы. Показатель надежности при воздействии технической части рассчитывается по формуле:

$$Q_{\text{поср}} + 1 = f(U_{\text{загр}}) - f(p - 1) + f(T - 1), \quad (1)$$

где  $Q_{\text{поср}} + 1$  – численный показатель надежности узла в момент времени  $t$  при последующем использовании;

$U_{\text{загр}}$  – занятость узла в момент времени,  $t$ ;

$p - 1$  – количество невыполненных задач (потери в долях);

$T - 1$  – временные затраты на предыдущем этапе.

Описанные выше переменные охватывают техническую составляющую, зависимую от работающего оборудования. Однако на любой рабочий процесс действуют также и не технические факторы.

Вторая часть модели описывает опыт и результаты использования сегмента ранее, с учетом воздействия на него внешних агрессивных факторов, т.е. тех, которые оказывают активные помехи на рабочий цикл:

$$Q_{\text{истр}} + 1 = f(U_{\text{агр}}) + f(S_{\text{опыт}}), \quad (2)$$

где  $Q_{\text{истр}} + 1$  – численный показатель, определяемый исходя из оценки работы на предыдущих циклах в момент времени  $t$ ;

$U_{\text{агр}}$  – значение оценки отрицательных (агрессивных) факторов;

$S_{\text{опыт}}$  – показатель опыта использования узла на предыдущих этапах работы.

В итоге модель оценки решения о привлечении к выполнению задач конкретного узла выглядит так:

$$\begin{cases} Xt_{unp} + 1 = f(U_{загр}) - f(p - 1) + f(T - 1); \\ Q_{истр} + 1 = f(U_{азр}) + f(S_{опыт}). \end{cases} \quad (3)$$

Моделирование процесса произведено с помощью метода Монте-Карло в программном комплексе STATISTICA. Задачей моделирования являлось сравнение полученных результатов с результатами прогноза с помощью аппарата искусственных нейронных сетей, описанных в работе [2, 3], с целью проверки результатов работы представленного метода адаптивного управления и маршрутизации в распределенных сетевых структурах.

Результаты моделирования

В качестве инструментария использованы методы *имитационного моделирования*.

В качестве численного метода решения математических задач использован метод моделирования случайных величин – Монте-Карло.

Для оценки предполагаемых узлов применена следующая методика:

- 1) определено количество вероятных узлов из тестовой выборки данных;
- 2) определены граничные условия для каждого типа данных;
- 3) в качестве блока случайных величин для моделирования были определены промежутки вероятных значений для каждого типа данных;
- 4) проведено моделирование в границах выбранных промежутков для каждого типа данных;
- 5) результат моделирования сравнивался с прогнозом, сделанным с помощью аппарата искусственных нейронных сетей.

Результатом использования аппарата искусственных нейронных сетей является набор данных, содержащих предполагаемый прогноз состояния, с учетом характеристик, которые влияют на работу узлов и сегмента в целом. При моделировании были использованы тестовые наборы данных, распределенные по разным типам задач: передача видео, транзитные данные, активный обмен информацией и т.д.

Для процесса моделирования была выбрана тестовая выборка данных работы распределенной сетевой структуры на примере локальной вычислительной сети. Выборка была сделана для граничных условий каждого типа данных (видео, текст). Граничные условия устанавливают ограничение на наличие свободной широты канала для каждого типа данных. Моделирование проведено на тестовой выборке, приближенной к каждой из выбранных границ.

Для задачи, требующей широкий канал при постоянном активном потоке данных, результат представлен на рисунке 1.

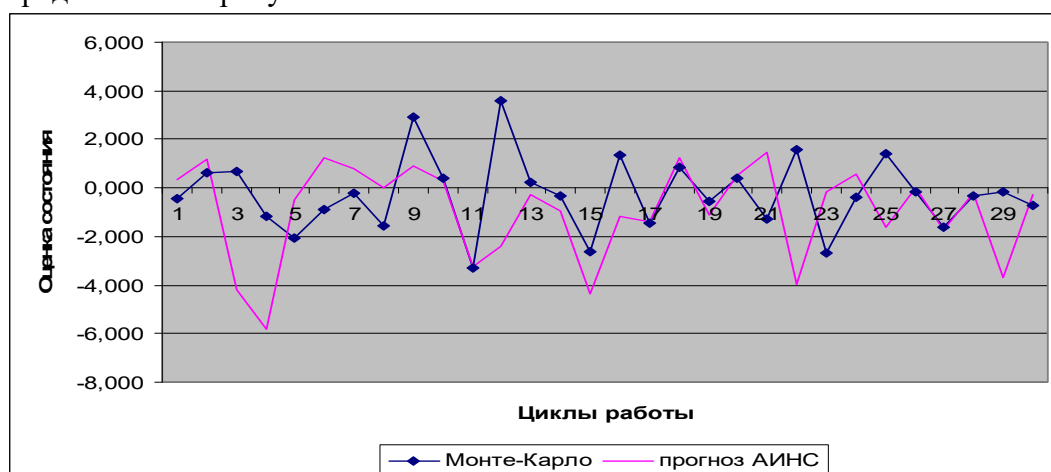


Рис. 1. Реализация для активного потока данных, полученная с помощью моделирования и прогноза (фрагмент)

Для задачи, требующей высокую доступность канала при потоке данных типа видео и аудио результат представлен на рис. 2.

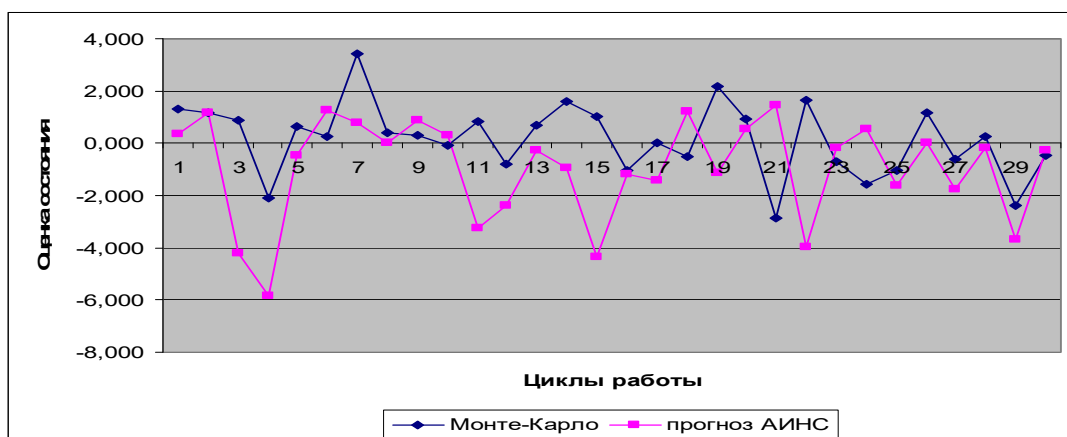


Рис. 2. Реализация для данных типа аудио видео, полученная с помощью моделирования и прогноза (фрагмент)

Для задачи, требующей среднюю доступность канала при транзитном (сервисном) потоке данных, результат представлен на рис. 3.

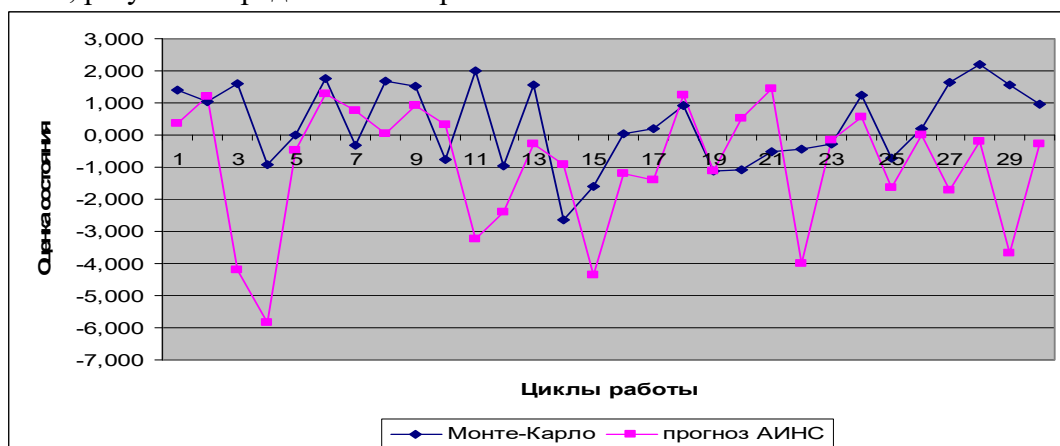


Рис. 3. Реализация для транзитного потока данных, полученная с помощью моделирования и прогноза (фрагмент)

Для задачи, требующую малую доступность канала при незначительном потоке данных (текст), результат представлен на рис. 4.

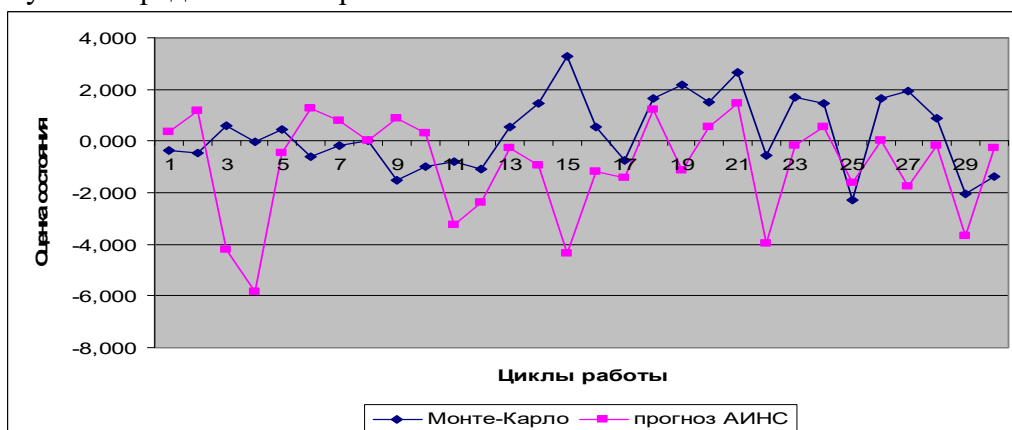


Рис. 4. Реализация результатов для незначительного или малого потока данных (фрагмент)

В таблице 1 приведено сравнение между прогнозом состояния узла с использованием АИНС и моделированием с помощью метода Монте-Карло. Для получения представленных в таблице данных произведен расчет среднее относительное среднемодульного отклонения (СМО).

Таблица 1

Сравнение результатов и отклонения моделирования с результатом прогнозирования по АИНС

	Постоянный активный поток (активный поток (активная передача) (на графике 1))	Постоянный активный поток (активный поток (активная передача) (на графике 2))	Высокая загрузка (аудио-видео) (на графике 3)	Высокая загрузка (аудио-видео) (на графике 4)	Транзитный поток (сервисные данные) (на графике 5)	Транзитный поток (сервисные данные) (на графике 6)	Малая загрузка (текст) (на графике 7)	Малая загрузка (текст) (на графике 8)	Незначительная загрузка (на графике 9)
Занятость узла (в долях)	0,1	0,3	0,2	0,5	0,4	0,8	0,7	0,9	1
Среднее относительное СМО, %	0,27	0,85	1,65	2,02	2,36	0,61	0,21	1,30	1,55
Прогноз АИНС	0,35	0,55	1,19	0,48	0,90	0,77	0,52	1,44	0,30

Исходя из полученных данных видно, что при загрузке узла полностью (0,7; 0,9; 1) и при незначительной загрузке (0,1; 0,2; 0,3) численное моделирование показывает наиболее близкие результаты к прогнозу АИНС. При средней загрузке модель показывает значительное расхождение с результатами прогнозирования нейронной сети. Это вызвано тем, что транзитный поток данных не однороден. Реализация результата моделирования и прогноза АИНС для одного выбранного узла-посредника, при работе с разными типами данных так же проиллюстрирована на рис. 5.

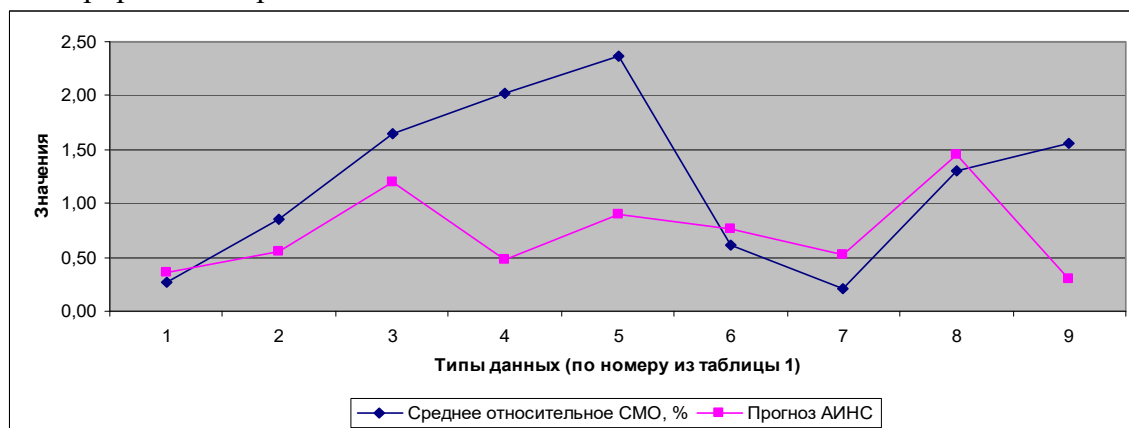


Рис. 5. Реализация результатов СМО с результатом прогнозирования по АИНС для выбранного узла

Проведенное моделирование по методу Монте-Карло показывает, применение АИНС возможно для автоматизации прогнозирования состояния распределенной сетевой структуры.

#### Заключение

Предложенный метод является одним из вариантов применения способов оценки для решения задачи оптимизации передачи значительного объема данных в глобальных вычислительных сетях. В результате получаем увеличение скорости передачи данных и повышение отказоустойчивости системы передачи в целом.

## Список использованных источников

1. Ландэ Д.В., Снарский А.А., Безсуднов И.В. Интернетика: Навигация в сложных сетях: модели и алгоритмы / Д.В. Ландэ. – М.: Книжный дом "ЛИБРОКОМ", 2009. – 264 с.
2. О методе оценивания промежуточных узлов передачи данных для маршрутизации в иерархических сетях разной топологии / А.В. Грачев, Т.В. Киселева, А.С. Добрынин, Р.С. Койнов // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. 2015. № 1. – С. 32–38.
3. О способе управления распределенной сетевой структурой и оценки её работы / А.В. Грачев, Т.В. Киселева // Труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: Моделирование и наукоемкие информационные технологии в технических и социально-экономических системах. 2016. Ч. 2. – С. 188–192.

УДК 004.91

**И. А. Гурин, Н. А. Спирин, В. В. Лавров, Н. И. Декун**

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

## МЕТОДЫ РАБОТЫ С ДОКУМЕНТАМИ MICROSOFT WORD ПРИ РАЗРАБОТКЕ ВЕБ-СЕРВИСОВ

### Аннотация

*Определены основные задачи работы с текстовыми документами Microsoft Word при разработке веб-сервисов. Рассмотрены основные методы создания и редактирования текстовых документов на языке программирования PHP. Представлена реализация и описание решения, позволяющего генерировать персонализированные документы на основе шаблона.*

*Ключевые слова: веб-сервис, язык программирования, PHP, автоматизация, текстовый документ, Microsoft Word, редактирование, генерация, PHPWord.*

### Abstract

*The main tasks of working with Microsoft Word text documents when developing web services are determined. The main methods of creating and editing text documents in the PHP programming language are considered. The implementation and description of the solution allowing to generate personalized documents based on the template is presented.*

*Keywords: Web service, programming language, PHP, automation, text document, Microsoft Word, editing, generating, PHPWord.*

Тенденция развития современных информационных технологий характеризуются переходом к облачным вычислениям и автоматизированной обработке данных. Если рассмотреть данный процесс с точки зрения работы с электронными документами, то он предполагает переход от работы с офисными приложениями на локальной машине пользователя к работе с облачными веб-сервисами, в которых происходит заполнение, обработка и генерация готовых текстовых документов, электронных таблиц и др. Документы, которые раньше создавались, редактировались и хранились локально, сейчас сохраняются на удаленных сетевых дисках.

Рассмотрим круг решаемых задач при автоматизированной обработке данных электронных документов.

Первая задача связана с персонализацией электронного документа, т. е. адаптацией электронного документа к конкретному пользователю. Персонализированный электронный